



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 5 月 1 4 日

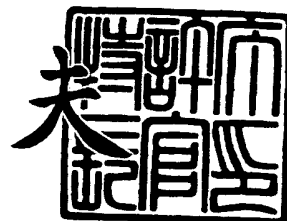
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 1 3 5 4 5 5
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 3 5 4 5 5]

出 願 人
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

2 0 0 4 年 3 月 3 日

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 6 0 3 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 PA14F857

【提出日】 平成15年 5月14日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01M 8/06
H01M 8/10

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 藤田 信雄

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 110000028

【氏名又は名称】 特許業務法人 明成国際特許事務所

【代表者】 下出 隆史

【電話番号】 052-218-5061

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 133917

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0105457

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池システムであって、
燃料電池と、

前記燃料電池に対する所定のガスの供給と排ガスの排出との少なくとも一方を行うためのガス流路と、

前記ガス流路に設けられ、前記ガス流路内の水を貯留するとともに、前記貯留した水を前記ガス流路外に排出するための開閉可能な排出バルブを備える貯留部と、

前記排出バルブの開閉状態を制御する排出バルブ制御部と、

前記ガス流路内の圧力を測定する圧力測定部と、

前記排出バルブが開状態にあるときの、前記圧力測定部により測定される圧力の変動に基づいて、前記貯留部に水が溜まっているか否かの判定を行う判断部と

、
を備える、燃料電池システム。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の燃料電池システムであって、

前記判断部は、前記排出バルブが開状態にあるときの前記圧力測定部により測定される圧力が予め設定された気体排出時圧力以下である場合に、前記貯留部に水が溜まっていないと判定する、燃料電池システム。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の燃料電池システムであって

、
前記排出バルブ制御部は、前記判断部による、

(a) 前記貯留部に水が溜まっていないとの判定、

が成立するように、前記排出バルブの開閉状態を制御し、溜まった水を排出する排出処理を実行することが可能な、燃料電池システム。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の燃料電池システムであって、

前記排出バルブ制御部は、

前記排出バルブを所定の排出時間だけ開の状態にする排出動作を、前記排出時

間内において前記判定（a）が成立するまで、繰り返し実行する第 1 種排出処理モードを有する、

燃料電池システム。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の燃料電池システムであって、
前記排出バルブ制御部が前記排出処理を繰り返し実行する場合に、
前記排出動作の繰り返しの周期は、
前記排出処理の繰り返しの周期よりも短い、
燃料電池システム。

【請求項 6】 請求項 3 に記載の燃料電池システムであって、
前記排出バルブ制御部は、
前記排出バルブを閉の状態から開の状態にし、前記判定（a）の成立に応じて閉の状態にする、第 2 種排出処理モードを有する、燃料電池システム。

【請求項 7】 請求項 3 ないし請求項 6 のいずれかに記載の燃料電池システムであって、

前記ガス流路は、前記燃料電池の排ガスを、再び、前記燃料電池へ供給する循環路を有しており、

前記排出バルブ制御部は、前記ガス流路内の不純物濃度に関連のある所定のパラメータ値に応じて、前記ガス流路内の不純物濃度が予め設定された基準濃度より高いか否かを判定し、高いと判定した場合に、前記排出処理を実行する、
燃料電池システム。

【請求項 8】 請求項 7 に記載の燃料電池システムであって、
前記排出バルブ制御部は、
前記燃料電池の積算発電量が、予め設定された基準積算発電量だけ増加した場合に、前記不純物濃度が高いと判定する、
燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、水素と酸素の電気化学反応によって発電する燃料電池システムの不

純物の排出処理に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、水素と酸素の電気化学反応によって発電する燃料電池がエネルギー源として注目されている。燃料電池からは電気化学反応によって水が生成される。このような燃料電池システムが、外気温が氷点下以下というような低温下におかれ、一定時間運転が停止されると、燃料電池システム内の水が凍結してしまい、その後の運転に支障が生じる可能性がある。また、凍結によって、燃料電池システムが劣化する可能性もある。そこで、生成された水を一旦貯留する貯留部を設け、貯留した水を貯留部に設けられた排出口から外部へ排出する方法が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0 0 0 3】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 2 - 3 1 3 4 0 3

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】

貯留部に溜められた水は、低温時に凍結しないように排出することが好ましい。このような貯留水は、貯留部に水位センサを設けることによって検出することができる。ところが、貯留部内において、水位センサが水を検出することができる領域が限られている場合がある。例えば、貯留水の量が少ない場合には、水位センサで検出できない場合がある。このような場合には、貯留部内に少量の水が貯留されていても検出されずに残ってしまう可能性があった。

【0 0 0 5】

また、貯留水を排出するために、排出口を一定時間だけ開にする方法を用いることもできる。ところが、貯留部に溜まる水の量は、燃料電池の運転状況等に応じて変化する。その結果、特に貯留水の量が多い場合には、排出口を開にする時間が水量に対して十分ではなくなり、貯留部内に水が残留する可能性があった。

【0 0 0 6】

本発明は、上述した従来の課題を解決するためになされたものであり、溜まっ

ている水の量に係わらず、貯留部内に水が溜まっているか否かの判定を行うことができる技術を提供することを目的とする。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

上記課題の少なくとも一部を解決するために、この発明による燃料電池システムは、燃料電池システムであって、燃料電池と、前記燃料電池に対する所定のガスの供給と排ガスの排出との少なくとも一方を行うためのガス流路と、前記ガス流路に設けられ、前記ガス流路内の水を貯留するとともに、前記貯留した水を前記ガス流路外に排出するための開閉可能な排出バルブを備える貯留部と、前記排出バルブの開閉状態を制御する排出バルブ制御部と、前記ガス流路内の圧力を測定する圧力測定部と、前記排出バルブが開状態にあるときの、前記圧力測定部により測定される圧力の変動に基づいて、前記貯留部に水が溜まっているか否かの判定を行う判断部と、を備える。

【 0 0 0 8 】

この燃料電池システムによれば、貯留部内に水が溜まっているか否かの判定が、バルブが開状態にあるときの圧力の変動に基づいて実行されるので、溜まっている水の量に係わらず、貯留部内に水が溜まっているか否かの判定を行うことができる。

【 0 0 0 9 】

上記燃料電池システムにおいて、前記判断部は、前記排出バルブが開状態にあるときの前記圧力測定部により測定される圧力が予め設定された気体排出時圧力以下である場合に、前記貯留部に水が溜まっていないと判定することが好ましい。

【 0 0 1 0 】

こうすることで、貯留部に水が溜まっている状態と、溜まっていない状態との圧力低下の大きさの差に基づいて、容易に、貯留部に水が溜まっていないとの判定を行うことができる。

【 0 0 1 1 】

上記各燃料電池システムにおいて、前記排出バルブ制御部は、前記判断部によ

る、(a) 前記貯留部に水が溜まっていないとの判定、が成立するように、前記排出バルブの開閉状態を制御し、溜まった水を排出する排出処理を実行することが可能であることが好ましい。

【0 0 1 2】

こうすることで、排出バルブ制御部が、貯留部に水が溜まっていないとの判定が成立するように、排出処理を実行するので、貯留部に水が残ることを抑制することができる。

【0 0 1 3】

上記各燃料電池システムにおいて、前記排出バルブ制御部は、前記排出バルブを所定の排出時間だけ開の状態にする排出動作を、前記排出時間内において前記判定(a)が成立するまで、繰り返し実行する第1種排出処理モードを有することが好ましい。

【0 0 1 4】

こうすることで、排出バルブ制御部は、排出バルブに対して所定の排出時間だけ開の状態にする制御を行う。従って、排出バルブ制御部と排出バルブとの簡素化を図ることができる。

【0 0 1 5】

上記各燃料電池システムにおいて、前記排出バルブ制御部が前記排出処理を繰り返し実行する場合に、前記排出動作の繰り返しの周期は、前記排出処理の繰り返しの周期よりも短いことが好ましい。

【0 0 1 6】

こうすることで、排出処理が終了するよりも先に不純物濃度が高くなることを抑制することができる。

【0 0 1 7】

上記各燃料電池システムにおいて、前記排出バルブ制御部は、前記排出バルブを閉の状態から開の状態にし、前記判定(a)の成立に応じて閉の状態にする、第2種排出処理モードを有することが好ましい。

【0 0 1 8】

こうすることで、排出バルブ制御部は、前記貯留部に水が溜まっていないとの

判定が成立するまで開の状態を続けるので、貯留部内に水が残ることを抑制することができる。

【0019】

上記各燃料電池システムにおいて、前記ガス流路は、前記燃料電池の排ガスを、再び、前記燃料電池へ供給する循環路を有しており、前記排出バルブ制御部は、前記ガス流路内の不純物濃度に関連のある所定のパラメータ値に応じて、前記ガス流路内の不純物濃度が予め設定された基準濃度より高いか否かを判定し、高いと判定した場合に、前記排出処理を実行することが好ましい。

【0020】

こうすることで、不純物濃度が高い場合に排出処理を実行するので、排出処理に伴って排ガスが排出される場合に、効率よく不純物の量を低減させることができる。

【0021】

上記各燃料電池システムにおいて、前記排出バルブ制御部は、前記燃料電池の積算発電量が、予め設定された基準積算発電量だけ増加した場合に、前記不純物濃度が高いと判定することが好ましい。

【0022】

こうすることで、容易に不純物濃度の大きさの判定を実行することができる。

【0023】

なお、この発明は、種々の形態で実現することが可能であり、例えば、燃料電池システム、燃料電池システムの制御方法または装置、これらの方法または装置の機能を実現するためのコンピュータプログラム、そのコンピュータプログラムを記録した記録媒体、そのコンピュータプログラムを含み搬送波内に具現化されたデータ信号、燃料電池システムを駆動用電源として搭載する車両、等の形態で実現することができる。

【0024】

【発明の実施の形態】

次に、この発明の実施の形態を実施例に基づいて以下の順序で説明する。

A. 第1実施例：

B. 第2実施例：

C. 第3実施例：

D. 第4実施例：

E. 変形例：

【0025】

A. 第1実施例：

A1. 装置の構成：

図1は、本発明の一実施例としての燃料電池システム100の構成を示すブロック図である。この燃料電池システム100は、燃料電池10と、水素タンク20と、ブロワ30と、制御部50と、貯留部200と、圧力センサ90とを備えている。

【0026】

燃料電池10は、固体高分子電解質型の燃料電池であり、構成単位である単セルを複数積層したスタック構造を有している。各単セルは、電解質膜を挟んで水素極（以下、アノードと呼ぶ）と酸素極（以下、カソードと呼ぶ）とを配置した構成となっている。各々の単セルのアノード側に水素を含有する燃料ガスを供給し、カソード側に酸素を含有する酸化ガスを供給することで、電気化学反応が進行し、起電力を生じる。燃料電池10で生じた電力は、燃料電池10に接続される所定の負荷（図示せず）に供給される。なお、燃料電池10としては、上記した固体高分子型燃料電池の他、アルカリ水溶液電解質型や、リン酸電解質型、あるいは熔融炭酸塩電解質型等、種々のタイプの燃料電池を用いることができる。

【0027】

ブロワ30は、酸化ガスとしての空気を燃料電池10のカソード側に供給するための装置である。ブロワ30は、カソードガス供給流路34を介して燃料電池10のカソード側に接続されている。カソードガス供給流路34には、加湿器60が設けられている。ブロワ30で圧縮された空気は、加湿器60によって加湿された後に燃料電池10に供給される。電気化学反応に供された後のカソードからの排ガス（以下、カソード排ガスと呼ぶ）は、カソード排ガス流路36を通じて外部に排出される。

【0028】

水素タンク 20 は、水素ガスを貯蔵する貯蔵装置であり、アノードガス供給流路 24 を介して燃料電池 10 のアノード側に接続されている。アノードガス供給流路 24 の水素タンク 20 の近傍にはレギュレータ 22 が設けられている。水素タンク 20 からアノードガス供給流路 24 へ供給された高圧の水素ガスは、レギュレータ 22 によって降圧される。降圧された水素ガスは、燃料ガスとして燃料電池 10 のアノード側へ供給される。降圧後の圧力は、燃料電池 10 に接続される負荷の大きさ等に応じて適宜設定すればよい。

【0029】

なお、水素タンク 20 に代えて、アルコール、炭化水素、アルデヒドなどを原料とする改質反応によって水素を生成し、アノード側へ供給するものとしてもよい。

【0030】

電気化学反応に供された後のアノードからの排ガス（以下、アノード排ガスと呼ぶ）は、アノード排ガス流路 26 を通じて、燃料電池 10 から排出される。アノード排ガス流路 26 は、アノードガス供給流路 24 の途中の接続点 C に接続されている。このように、アノード排ガス流路 26 は、アノード排ガスを、再び、アノードガス供給流路 24 に戻す循環路となっている。

【0031】

アノード排ガス流路 26 には、循環ポンプ 28 と、圧力センサ 90 と、貯留部 200 とが設けられている。循環ポンプ 28 はアノード排ガスを循環させるための装置である。アノード排ガスに含まれる水素は、アノード排ガスの循環によって発電に使用される。

【0032】

貯留部 200 は、アノード排ガス流路 26 内の水を貯留する装置である。アノード排ガスには、水素以外の不純物が含まれる場合がある。不純物としては、例えば、電気化学反応に伴って生じた水蒸気や、カソード側から電解質膜を透過してきた窒素、水蒸気等がある。本明細書において、アノードガス供給流路 24 とアノード排ガス流路 26 とにおける「不純物」とは、燃料ガス以外の成分を意味

する。これらの不純物は消費されずに残留する。従って、アノード排ガス中の不純物の濃度が徐々に増加する。これらの不純物のうち、凝集した水は、貯留部 2 0 0 に貯留される。貯留部 2 0 0 は、貯留した水をアノード排ガス流路 2 6 外へ排出するための排出バルブ 2 2 2 を備えている。

【 0 0 3 3 】

ところで、貯留部 2 0 0 に水が溜まっていない場合に排出バルブ 2 2 2 を開状態にすれば、窒素や水蒸気等の不純物を含むアノード排ガスをアノード排ガス流路 2 6 外へ排出し、不純物の循環量を低減させることができる。但し、この際、燃料である水素も同時に排出されるので、ガスの排出量を小さくすることが、燃費向上の点で好ましい。なお、燃料電池 1 0 として固体高分子型燃料電池以外の種類のものを用いる場合や、燃料電池 1 0 を使用する環境によっては、他の成分が不純物としてアノード排ガス中に混入する場合もある。

【 0 0 3 4 】

圧力センサ 9 0 はアノード排ガス流路 2 6 内の圧力を測定するセンサである。圧力の測定結果は、アノード排ガス流路 2 6 内の不純物を排出バルブ 2 2 2 を介して排出する排出処理に用いられる（詳細は後述する）。なお、圧力センサ 9 0 は、貯留部 2 0 0 と循環ポンプ 2 8 との間に設ける必要はなく、循環ポンプ 2 8 と燃料電池 1 0 の間や、燃料電池 1 0 と貯留部 2 0 0 の間に設けても良い。

【 0 0 3 5 】

制御部 5 0 は、マイクロコンピュータを中心とした論理回路として構成され、詳しくは、予め設定された制御プログラムに従って所定の演算などを実行する CPU と、CPU で各種演算処理を実行するのに必要な制御プログラムや制御データ等が予め格納された ROM と、同じく CPU で各種演算処理をするのに必要な各種データが一時的に読み書きされる RAM と、各種信号を入出力する入出力ポート等を備える。そして、負荷要求に関する情報等を取得して、燃料電池システム 1 0 0 を構成する各部（既述した各バルブやブロワ等を含む）に駆動信号を出力し、燃料電池システム 1 0 0 全体の運転状態を制御する。

【 0 0 3 6 】

また、制御部 5 0 は、排出バルブ 2 2 2 の開閉状態の制御を行う排出バルブ制

御部 5 2 としての機能と、貯留部 2 0 0 に水が溜まっているか否かの判定を行う判断部 5 4 としての機能とを有している。これらの機能については後述する。なお、各機能は、制御プログラムによりソフトウェア的に実現してもよく、一部、又は、全てをハードウェア的に実現してもよい。

【 0 0 3 7 】

図 2 (a) は、本実施例における貯留部 2 0 0 の構造を説明する断面図である。貯留部 2 0 0 は、サイクロン部 2 1 0 と、その下方に設けられた液溜部 2 2 0 とで構成されている。

【 0 0 3 8 】

図 2 (b) は、サイクロン部 2 1 0 の上から見た断面図である。サイクロン部 2 1 0 は、ガスに含まれる水蒸気を水として回収する気液分離器としての機能を有する。サイクロン部 2 1 0 は、鉛直方向の上方から下方へ延びるシリンダ構造を有している (図 2 (a))。サイクロン部 2 1 0 の側面には、円 2 1 1 で示す流入口が設けられ、この流入口には、円筒の接線方向へ延びるようにアノード排ガス流路 2 6 が接続されている。また、サイクロン部 2 1 0 の中央には、ガスの流出用の流出流路 2 1 6 が備えられている。流出流路 2 1 6 の一端は流出口 (円 2 1 2 で示す。図 2 (a)) を構成し、他端は、サイクロン部 2 1 0 の上面において、アノード排ガス流路 2 6 に接続されている。

【 0 0 3 9 】

図 2 (a) (b) に示す点線の矢印 2 1 4 a ~ 2 1 4 c は、アノード排ガスの流れを示し、実線の矢印 2 1 8 は、壁に付着した水の流れを示している。円 2 1 1 で示す流入口から流入したアノード排ガスは、サイクロン部 2 1 0 内を壁に沿って旋回しながら、円 2 1 2 で示す流出口に向かって流れる。このとき、アノード排ガスに含まれる水蒸気は壁に押しつけられて凝縮し、壁の内側に付着する。付着した水は、壁を伝って下に落ち、液溜部 2 2 0 に集められる。

【 0 0 4 0 】

液溜部 2 2 0 は、サイクロン部 2 1 0 で回収された水を貯留する。液溜部 2 2 0 の底部には、排出バルブ 2 2 2 が設けられている。排出バルブ 2 2 2 を開の状態にすることによって、液溜部 2 2 0 に溜まった水や、アノード排ガスを排出す

ることができる。

【0041】

A2. 貯留部制御処理の実施例：

図3は、制御部50（図1）の排出バルブ制御部52と判断部54とによって実行される貯留部制御ルーチンを表すフローチャートである。

【0042】

排出バルブ制御部52は、まず、燃料電池10の積算発電量の値を0にクリアした後に、積算発電量のカウントを開始する（S100）。

【0043】

次に、排出バルブ制御部52は、アノード排ガス流路26内の不純物濃度が基準濃度よりも高いか否かの判定を行う（S110）。この判定処理は、不純物濃度に関連のあるパラメータ値に基づいて実行される。本実施例では、不純物濃度に関連のあるパラメータ値として、ステップS100でカウントを開始した燃料電池10の積算発電量が用いられる。

【0044】

燃料電池10では、積算発電量の増加と共に、酸化ガスの積算供給量も増加する。その結果、積算発電量の増加と共に、電解質膜を透過する不純物の量も増加する。また積算発電量の増加と共に、燃料電池10での電気化学反応によって生成される水蒸気の量も増加する。従って、積算発電量が多いほど、不純物の濃度も高いと推定することができる。

【0045】

本実施例では、排出バルブ制御部52は、ステップS100でカウントを開始した積算発電量が所定の基準積算発電量以上となった場合に、不純物濃度が基準濃度よりも高いと判定する。不純物濃度が高いとの判定が成立すると（ステップS110：Yes）、排出バルブ制御部52は、排出バルブ222（図1、図2）を開状態にして不純物を排出する排出処理（S120）を実行する（詳細は後述）。不純物濃度が高いとの判定が成立しなかった場合には（ステップS110：No）、不純物濃度が高いとの判定が成立するまで、ステップS110を繰り返す。

【0046】

排出処理（S120）が終了した後は、再び、ステップS100に戻り、積算発電量のカウンタを開始する。以後、上述のルーチン（S100～S120）を繰り返し実行する。

【0047】

A3．排出処理の実施例：

図4は、図3の排出処理（S120）の一実施例としての第1種排出処理モードの動作を説明するタイミングチャートである。図4のタイミングチャートには、排出バルブ222（図2）の開閉状態の経時変化と、排出バルブ222の開閉に伴うアノード排ガス流路26内の圧力の変化と、判断部54による判定結果の経時変化とが示されている。

【0048】

図4に示す第1種排出処理モードでは、排出バルブ制御部52（図1）は、排出バルブ222（図2）を所定の排出時間T1だけ開状態にする排出動作を、周期T2で繰り返し実行する。

【0049】

アノード排ガス流路26内の圧力は、排出処理を行う前（タイミングt_aより前）では、負荷の大きさ等に応じて適宜設定された運転圧力P_{d1}に維持されている。排出バルブ222を開状態にすると、貯留した水、又は、アノード排ガスが排出バルブ222を介して排出されるので、アノード排ガス流路26内の圧力が低下する。再び、排出バルブ222が閉状態になった後は、レギュレータ22（図1）を介して供給される水素ガスによって、アノード排ガス流路26内の圧力は運転圧力P_{d1}に回復する。

【0050】

図4の例では、繰り返し実行される排出動作のうち、最初の3回（タイミングt_a～t_cで実行される排出動作）では、圧力の低下が比較的小さい。一方、4回目の排出動作（タイミングt_dで実行される排出動作）では、圧力の低下が比較的大きい。

【0051】

図5 (a) (b) は、排出バルブ222を開状態にした場合の、アノード排ガス流路26内の圧力の変動を説明する説明図である。図5 (a) は、貯留部200の液溜部220に水が溜まっていない場合を示し、図5 (b) は、液溜部220に水が溜まっている場合を示している。

【0052】

図5 (a) に示すように、水が溜まっていない場合に排出バルブ222を開状態にすると、排出バルブ222を介してアノード排ガスが排出される。その結果、アノード排ガス流路26内の圧力が低下する。一方、図5 (b) に示すように、水が溜まっている場合には、排出バルブ222を介して水が排出される。一般的に、液体は気体と比べて粘度が高い。従って、排出バルブ222を開状態にする時間の長さが同じ場合には、図5 (b) において排出される水の量は、図5 (a) において排出されるアノード排ガスが貯留部200内で占めていた容量と比べて少なくなる。その結果、水が溜まっている場合の圧力の低下は、水が溜まっていない場合よりも小さくなる。

【0053】

このように、排出動作によるアノード排ガス流路26内の圧力の低下が小さい場合には、貯留部200に水が溜まっていると判定することができる。一方、圧力の低下が大きい場合には、水が溜まっていないと判定することができる。

【0054】

判断部54 (図1) は、圧力センサ90の測定結果に基づいて、貯留部200に水が溜まっているか否かの判定処理を実行する。図4には、運転圧力 P_{d1} よりも低い気体排出時圧力 P_{th1} が示されている。気体排出時圧力 P_{th1} は、判定処理を行うためのしきい値である。

【0055】

本実施例では、判断部54は、排出バルブ制御部52が排出動作を実行している間に、圧力センサ90によって測定されたアノード排ガス流路26内の圧力が気体排出時圧力 P_{th1} まで低下しない場合には、水が溜まっているとの判定を行う。一方、アノード排ガス流路26内の圧力が気体排出時圧力 P_{th1} 以下に低下した場合には、水が溜まっていないとの判定を行う。図4の例では、4回目

の排出動作（タイミング t_d で実行される排出動作）において、圧力が気体排出時圧力 P_{th1} 以下まで低下しており、「水が溜まっていないとの判定」が成立している。

【0056】

気体排出時圧力 P_{th1} は、液溜部 220 に水が溜まっている状態で排出動作を実行した場合に、アノード排ガス流路 26 内の圧力が下がり得る圧力よりも低い値に設定することが好ましい。さらに、気体排出時圧力 P_{th1} は、液溜部 220 に水が溜まっていない状態で排出動作を実行した場合に、アノード排ガス流路 26 内の圧力が下がり得る圧力よりも高い値に設定することが好ましい。こうすることによって、液溜部 220 に水が溜まっている場合、すなわち、貯留部 200 に水が溜まっている場合に、排出動作によって、アノード排ガス流路 26 内の圧力が気体排出時圧力 P_{th1} まで低下することを抑制することができる。一方、貯留部 200 に水が溜まっていない場合には、排出動作によって、アノード排ガス流路 26 内の圧力を気体排出時圧力 P_{th1} 以下にすることができる。

【0057】

排出バルブ制御部 52 は、排出動作を、判断部 54 による「貯留部 200 に水が溜まっていないとの判定」が成立するまで繰り返し実行する。貯留部 200 に水が溜まっている状態で排出動作を実行すると、水が排出される。従って、水が溜まっていないとの判定が成立するまで排出動作を繰り返すことによって、貯留部 200 内の水を確実に排出し、貯留部 200 内に水が残ることを抑制することができる。その後、排出バルブ制御部 52 は、排出動作の繰り返しを止め、排出処理を終了する。

【0058】

このように、第 1 種排出処理モードでは、判断部 54 は、アノード排ガス流路 26 内の圧力と気体排出時圧力 P_{th1} とを比較することによって、貯留部 200 に溜まっている水の量に係わらず、貯留部 200 に水が溜まっているか否かの判定を適切に実行することができる。

【0059】

また、排出動作の繰り返し周期 T_2 （図 4）は、排出動作によって低下した圧

力が元の圧力まで回復するのに十分な時間とすることが好ましい。圧力が回復する前に次の排出動作を実行すると、貯留部 200 に水が溜まっているにも係わらず圧力が低下し、「水が溜まっていないとの判定」が間違って成立する可能性がある。周期 T2 を十分な時間とすれば、このような間違っただ判定が成立することを抑制することができる。なお、排出動作は厳密に一定の周期で繰り返す必要はなく、各排出動作において、判断部 54 が適切な判定を行うこと、が可能であればよい。

【0060】

また、第 1 種排出処理モードでは、排出バルブ 222 に対して一定の排出時間 T1 だけ開の状態にする制御を行えばよい。従って、外部から与えられたタイミングに厳密に同期させて排出バルブ 222 の開閉状態を変更する必要が無いので、排出バルブ制御部 52 と排出バルブ 222 との構成の簡素化を図ることが可能である。

【0061】

さらに、第 1 種排出処理モードでは、アノード排ガス流路 26 内の圧力が気体排出時圧力 P_{th1} 以下に低下する際に、アノード排ガスが排出バルブ 222 を介して排出される。その結果、アノード排ガスに含まれる不純物も同時に排出されるので、不純物の循環量を低減させることができる。このように、第 1 種排出処理モードを実行すれば、窒素等の不純物ガスを排出するためのバルブを別に設けることなく、液体と気体の不純物を共に排出することができる。

【0062】

但し、アノード排ガスには、燃料である水素ガスも含まれているので、アノード排ガスを過剰に排出することを抑制することが、燃費向上の点で好ましい。図 3 に示す貯留部制御ルーチンでは、不純物濃度が高いとの判定が成立した場合に（ステップ S110：Yes）排出処理（S120）が実行される。その結果、排出処理においては、不純物濃度が高いアノード排ガスが排出されるので、水素ガスを過剰に排出することを抑制することができる。

【0063】

B. 第 2 実施例：

上述した第1実施例において、排出動作におけるアノード排ガスの排出量を、排出処理を実行する際の不純物濃度が高いほど多くなるように設定してもよい。図4に示す第1種排出処理モードでは、排出バルブ222（図1、図2）を開状態にする排出時間T1を調整することによって、アノード排ガスの排出量を調整することができる。

【0064】

図6は、第2実施例における、不純物濃度と排出時間T1との関係の一例を示すグラフである。横軸は排出処理を実行する際の不純物濃度を示し、縦軸は排出時間T1を示している。このように、不純物濃度が比較的低い場合には、排出時間T1を比較的に短くし、アノード排ガスの排出量を少なくすることによって、水素ガスを過剰に排出してしまうことを抑制することができる。また、不純物濃度が比較的高い場合には、排出時間T1を比較的に長くし、アノード排ガスの排出量を多くすることによって、不純物濃度が高くなることを抑制することができる。

【0065】

なお、図3に示す貯留部制御ルーチンでは、不純物濃度が予め設定された基準濃度（基準積算発電量に対応する不純物濃度）よりも高くなった場合に排出処理が実行される。従って、排出時間T1を、基準濃度に基づいて設定することによって、過剰な水素ガスの排出を抑制しつつ、不純物濃度を効率的に低減させることができる。

【0066】

このとき、排出動作の繰り返し周期T2は、不純物濃度が再び高くなる前に排出処理が終了するように、過度に長くない時間とすることが好ましい。図3に示す貯留部制御ルーチンにおいては、周期T2を、排出処理を行った後に再び不純物濃度が高くなる時間よりも短い時間に設定すればよい。このような周期T2としては、例えば、燃料電池10（図1）から最大の発電量を連続して出力した場合に不純物濃度の増加にかかる時間よりも短い時間に設定することができる。こうすることによって、排出処理が終了するよりも先に不純物濃度が高くなることを抑制することができる。

【0067】

C. 第3実施例：

C1. 排出処理の実施例：

図7は、排出処理（図3に示す貯留部制御ルーチンでは、ステップS120）の別の実施例としての第2種排出処理モードの動作を説明するタイミングチャートである。図4に示す第1種排出処理モードとの差異は、排出バルブ222を開状態にし、判断部54による「水が溜まっていないとの判定」の成立に応じて、閉状態にする点である。

【0068】

図7の例では、排出バルブ制御部52（図1）は、タイミング t_e で排出バルブ222（図2、図5）を開状態にしている。すると、開状態となった排出バルブ222を介して、貯留部200に溜まった水が排出される。アノード排ガス流路26内の圧力は、水の排出に伴い、運転圧力 P_{d2} から比較的小さく低下する。運転圧力 P_{d2} は、負荷の大きさ等に応じて適宜設定された圧力である。

【0069】

貯留部200内の水の排出が終わると、排出バルブ222を介してアノード排ガスが排出され始める。アノード排ガス流路26内の圧力は、アノード排ガスの排出に伴い、比較的大きく低下する。

【0070】

図7には、運転圧力 P_{d2} よりも低い気体排出時圧力 P_{th2} が示されている。判断部54（図1）は、アノード排ガス流路26内の圧力が気体排出時圧力 P_{th2} 以下である時に、水が溜まっていないとの判定を行う。

【0071】

第2種排出処理モードでは、気体排出時圧力 P_{th2} は、貯留部200の貯留可能な最大量の水を連続的に排出した場合に低下する圧力よりも低く設定することが好ましい。こうすることによって、排出バルブ222を開状態にした場合でも、貯留部200に水が残っている間に、アノード排ガス流路26内の圧力が気体排出時圧力 P_{th2} まで低下することを抑制することができる。一方、貯留部200に溜まった水の排出が終了し、アノード排ガスが排出され始めた場合には、圧力低下が大きいので、アノード排ガス流路26内の圧力を気体排出時圧力 P

t h 2 以下にすることができる。その結果、判断部 5 4 は、アノード排ガス流路 2 6 内の圧力と気体排出時圧力 P t h 2 とを比較することによって、貯留部 2 0 0 に溜まっている水の量に係わらず、貯留部 2 0 0 に水が溜まっているか否かの判定を適切に実行することができる。

【0072】

排出バルブ制御部 5 2 は、判断部 5 4 による「水が溜まっていないとの判定」の成立に応じて、排出バルブ 2 2 2 を閉状態にし（タイミング t f）、排出処理を終了する。

【0073】

このように、第 2 種排出処理モードでは、排出バルブ制御部 5 2 は、排出バルブ 2 2 2 の開状態を「水が溜まっていないとの判定」が成立するまで維持し、「水が溜まっているとの判定」の成立に応じて、排出バルブ 2 2 2 を閉状態に変更する。従って、貯留部 2 0 0 内の水を確実に排出することが可能である。

【0074】

また、アノード排ガス流路 2 6 内の圧力が気体排出時圧力 P t h 2 まで低下する際に、アノード排ガスが排出バルブ 2 2 2 を介して排出される。その結果、アノード排ガスに含まれる不純物も同時に排出されるので、不純物の循環量を低減させることができる。このように、第 2 種排出処理モードを実行すれば、窒素等の不純物ガスを排出するためのバルブを別に設けることなく、液体と気体の不純物を共に排出することができる。

【0075】

このとき、アノード排ガスを過剰に排出することを抑制することが、燃費向上の点で好ましい。第 2 種排出処理モードでは、気体排出時圧力 P t h 2 を高くすれば、排出されるガス量を少なくすることができる。すなわち、気体排出時圧力 P t h 2 を調整することによって、アノード排ガスの排出量を調整することが可能である。

【0076】

D. 第 4 実施例：

D 1. 貯留部制御処理の実施例：

図 8 は、貯留部制御ルーチンの別の実施例を表すフローチャートである。図 3 に示す貯留部制御ルーチンの実施例との差異は 2 つある。1 つ目は、循環ポンプ 28 (図 1) の運転が停止した場合に、上述した排出処理を実行する点である。2 つ目は、不純物濃度が高いとの判定が成立した場合に、排水処理を実行する点である。ここで、排水処理とは、アノード排ガスを排出せずに貯留部 200 に溜まった水を排出する処理である。

【0077】

アノード排ガス流路 26 内の水の凍結は、アノード排ガス流路 26 内をガスが流れていない場合、すなわち、燃料電池システム 100 が運転停止している間に生じやすい。そこで、本実施例では、循環ポンプ 28 が停止した場合に排出処理を行うものとした。

【0078】

排出バルブ制御部 52 は、まず、燃料電池 10 の積算発電量のカウントを開始する (S200)。このステップ S200 は、図 3 のステップ S100 と同じである。

【0079】

次に、循環ポンプ 28 の運転状態を確認する (S210)。循環ポンプ 28 が運転中である場合 (ステップ S210: Yes) は、引き続き、アノード排ガス流路 26 内の不純物濃度が基準濃度よりも高いか否かの判定を行う (S220)。このステップ S220 は、図 3 のステップ S110 と同じであり、ステップ S200 でカウントを開始した積算発電量と、所定の基準積算発電量とを比較することによって実行される。

【0080】

不純物濃度が高いとの判定が成立しなかった場合には (ステップ S220: No)、再び、ステップ S210 に戻る。

【0081】

不純物濃度が高いとの判定が成立すると (ステップ S220: Yes)、排出バルブ制御部 52 は、排出バルブ 222 (図 1、図 2) を開状態にして貯留部 200 に溜まった水を排水する排水処理 (S230) を実行する。

【0082】

図9は、図8の排水処理（S230）の一実施例を説明するタイミングチャートである。図9のタイミングチャートには、排出バルブ222（図2）の開閉状態の経時変化と、排出バルブ222の開閉に伴うアノード排ガス流路26内の圧力の変化とが示されている。

【0083】

図4、図7に示す排出処理との差異は、アノード排ガスを排出しないように、貯留部200（図2）に溜まった水の排出を行っている点である。より具体的には、貯留部200に溜まった水を排出し終える前に、排出バルブ222（図2）を閉状態にしている点である。

【0084】

図9に示す排水処理モードでは、排出バルブ制御部52（図1）は、排出バルブ222を所定の排水時間T3だけ開状態にして、排水処理を終了する。

【0085】

排水時間T3は、貯留部200に溜まった水を排出し終わるのにかかる時間よりも短くなるように設定されている。従って、この排水処理では、貯留部200に溜まった水は排出されるが、アノード排ガスは排出されないか、あるいは、排出されるとしてもわずかな量にとどまる。従って、アノード排ガス流路26内の圧力は、排水処理によって、負荷の大きさ等に応じて適宜設定された運転圧力Pd3よりも低下するが、アノード排ガスが排出された場合に下がり得る圧力Pth3よりも高い圧力に維持される。

【0086】

なお、図8に示す貯留部制御ルーチンでは、貯留部200に溜まる水の量は、アノード排ガス流路26内の不純物濃度、すなわち、ステップS220で用いる基準濃度と相関がある。従って、排水時間T3は、基準濃度（基準積算発電量）に基づいて設定することができる。

【0087】

図8において、排水処理（S230）が終了した後は、再び、ステップS200に戻る。

【0088】

一方、循環ポンプ28が運転を停止した場合（ステップS210：No）は、排出処理（S240）を実行する。この排出処理（S240）は、図3の貯留部制御ルーチンの排出処理（S120）と同様の処理であり、貯留部200に溜まった水を確実に排出する処理である。このような処理としては、例えば、図4、図7に示す、第1種、第2種排出処理モードを用いることができる。

【0089】

このように、第4実施例では、循環ポンプ28の運転が停止した場合に、溜まった水を確実に排出する排出処理を行っているので、燃料電池システム100が運転停止している間にアノード排ガス流路26内で水が凍結することを抑制することができる。また、循環ポンプ28の運転中には、アノード排ガスを排出しない排水処理を行っているので、水素ガスの排出を抑制し、燃費の向上を図ることができる。

【0090】

ここで、ガスの不純物（窒素等）の濃度が高くなることによって、燃料電池10の寿命が縮む等の弊害が生じる可能性がある場合には、貯留部200とは別に、ガス排出用バルブ（図示せず）をアノード排ガス流路26に設けることが好ましい。不純物ガス濃度が高くなった場合に、適宜、ガス排出用バルブを開けてアノード排ガスを排出すれば、ガスの不純物濃度が高くなることを抑制することができる。

【0091】

E．変形例：

なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【0092】

E1．変形例1：

アノード排ガス流路26内の不純物濃度に関連のあるパラメータ値としては、上述した燃料電池10の積算発電量以外の種々のパラメータ値を用いることがで

きる。例えば、最後に排出処理を実行してからの経過時間や、燃料電池 10 の積算発電時間に基づいて不純物濃度を推定することもできる。また、窒素濃度センサなどを用いて不純物濃度を直接測定しても良い。

【0093】

E 2. 変形例 2 :

図 4、図 7 に示した実施例では、貯留部 200 に水が溜まっているか否かの判定方法として、アノード排ガス流路 26 内の圧力と、気体排出時圧力 P_{th1} 、 P_{th2} とを比較する方法を用いているので、容易に判定を実行することが可能である。また、貯留部 200 に水が溜まっているか否かの判定方法としては、アノード排ガス流路 26 内の圧力と、気体排出時圧力 P_{th1} 、 P_{th2} とを比較する方法以外の種々の方法を採用することができる。例えば、排出バルブ 222 を開状態にした場合のアノード排ガス流路 26 内の圧力変化の傾きが、比較的大きい時に水が溜まっていないと判定し、比較的小さい時に水が溜まっていると判定することも可能である。いずれの場合も、排出バルブ 222 を開状態にした場合のアノード排ガス流路 26 内の圧力変動に基づいて、貯留部 200 に水が溜まっているか否かの判定を行うことによって、溜まっている水の量に係わらず、貯留部内に水が溜まっているか否かの判定を適切に行うことができる。

【0094】

E 3. 変形例 3 :

図 4 に示す排出処理の実施例において、「貯留部 200 に水が溜まっていないとの判定」が成立した後の処理を、排出されるアノード排ガスの量を考慮して、その都度、調整してもよい。

【0095】

例えば、気体排出時圧力 P_{th1} の設定を、アノード排ガス流路 26 内の圧力が気体排出時圧力 P_{th1} まで低下することによって、不純物を排出するとともに水素ガスの過剰な排出を抑制することが可能となる圧力とすることができる。このとき、「水が溜まっていないとの判定」が成立した時に、排出時間 T_1 が経つ前であっても閉状態にすることによって、水素ガスの過剰な排出を抑制することができる。

【0096】

また、気体排出時圧力 P_{th1} の設定を、アノード排ガス流路 26 内の圧力が気体排出時圧力 P_{th1} まで低下した後に、一定時間 T_4 だけ開状態を続けることによって、不純物を排出するとともに水素ガスの過剰な排出を抑制することが可能となる圧力とすることもできる。このとき、排出時間 T_1 の経過後であっても、「水が溜まっていないとの判定」が成立してから一定時間 T_4 だけ開状態を続けられれば、水素ガスの過剰な排出を抑制しつつ、不純物を排出することができる。また、排出時間 T_1 を一定時間 T_4 と同じとし、「水が溜まっていないとの判定」が成立した後に、もう 1 回、排出動作を繰り返す構成とすれば、排出バルブ 222 の制御を簡素なものとするとともに、水素ガスの過剰な排出を抑制しつつ、不純物を排出することができる。

【0097】

E4. 変形例 4：

図 2 に示す実施例では、貯留部 200 が、気液分離機能を有するサイクロン部 210 を備える場合について説明したが、気液分離を行う方法としては、サイクロン部 210 を用いる方法以外の種々の方法を用いることができる。例えば、アノード排ガスを冷却することによって、アノード排ガスに含まれる水蒸気を凝集し、水として回収する方法を用いてもよい。

【0098】

なお、本発明は、気液分離機能を備えない貯留部を用いる場合にも適用可能である。図 10 は、気液分離機能を備えない貯留部の一実施例を示す説明図である。図 2 に示す貯留部 200 との差異は、サイクロン部 210 を備えていない点である。図 10 に示す貯留部 200a は、液溜部 220a を備え、液溜部 220a の底部には排出バルブ 222a が設けられている。また、液溜部 220a には、アノード排ガス流路 26 が接続されている。液溜部 220a には、アノード排ガス流路 26 内で凝集し液溜部 220a に流れ込んだ水や、貯留部 200 内で凝集した水が貯留される。このような貯留部 200a を用いる場合にも、アノード排ガス流路 26 内の圧力変動に基づく排出処理を実行することによって、溜まった水を確実に排出することができる。

【0099】

E 5. 変形例 5：

図 8 に示す、貯留部制御処理の実施例では、循環ポンプ 28 の運転状態に応じて、排出処理 (S 240) を実行するか否かの判断を行っていたが (ステップ S 210)、他の種々の方法を採用することができる。例えば、燃料電池 10 が発電中には排水処理を実行し、発電を停止した場合には排出処理を行うものとしても良い。いずれの場合も、燃料電池システム 100 の運転状態が、燃料電池システム 100 が低温下に置かれた場合に、燃料電池 10 やアノード排ガス流路 26 の温度も低下し易い状態か否かを判断し、温度が低下し易い状態である場合に、溜まった水を確実に排出する排出処理を実行することが好ましい。こうすることによって、燃料電池システム 100 が氷点下というような低温下におかれた場合でも、アノード排ガス流路 26 内で水が凍結し、燃料電池システム 100 が運転できなくことを抑制することができる。

【0100】

E 6. 変形例 6：

上述の各実施例において、貯留部に溜まった水がアノード排ガスと接する水面の面積が大きい場合には、貯留部内のガスの流れによって水面が波立ち、アノード排ガス流路 26 内の圧力測定 of 誤差が大きくなる可能性がある。そこで、貯留部内における水面の面積 (図 2 (a) の例では、面積 SW1) は小さいことが好ましく、アノード排ガス流路 26 の、貯留部 200 との接続位置近傍における断面積 (図 2 (a) の例では、面積 SF1a、SF1b) の 20 倍以下が好ましく、10 倍以下が特に好ましく、5 倍以下が最も好ましい。こうすることによって、アノード排ガス流路 26 内の圧力を精度良く測定することができる。

【0101】

E 7. 変形例 7：

上述の実施例では、燃料電池 10 からのアノード排ガスを循環させる燃料電池システムについて説明したが、本発明は、アノード排ガスを循環させずに排出する構成の燃料電池システムにも適用可能である。また、カソード排ガス流路 36 に貯留部を設け、カソード排ガス流路 36 内に生じた水を排出する構成とするこ

ともできる。また、アノードガス供給流路 2 4 やカソードガス供給流路 3 4 に貯留部を設け、貯留した水を排出する構成としても良い。このように、水が溜まる可能性のあるガス流路に貯留部を設け、貯留した水を排出すれば、ガス流路内で水が凍結することを抑制することができる。このとき、ガス流路内の圧力の変動に基づいて、貯留部に水が溜まっているか否かの判定を行うことによって、溜まっている水の量に係わらず、貯留部内に水が溜まっているか否かの判定を適切に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 燃料電池システム 1 0 0 の構成を示すブロック図である。

【図 2】 貯留部 2 0 0 の構成を示す説明図である。

【図 3】 貯留部制御ルーチンを表すフローチャートである。

【図 4】 第 1 種排出処理モードの動作を説明するタイミングチャートである。

【図 5】 アノード排ガス流路 2 6 内の圧力の変動を説明する説明図である。

【図 6】 不純物濃度と排出時間 T 1 との関係を示すグラフである。

【図 7】 第 2 種排出処理モードの動作を説明するタイミングチャートである。

【図 8】 貯留部制御ルーチンを表すフローチャートである。

【図 9】 排水処理の一実施例を説明するタイミングチャートである。

【図 1 0】 貯留部 2 0 0 a の構成を示す説明図である。

【符号の説明】

1 0…燃料電池

2 0…水素タンク

2 2…レギュレータ

2 4…アノードガス供給流路

2 6…アノード排ガス流路

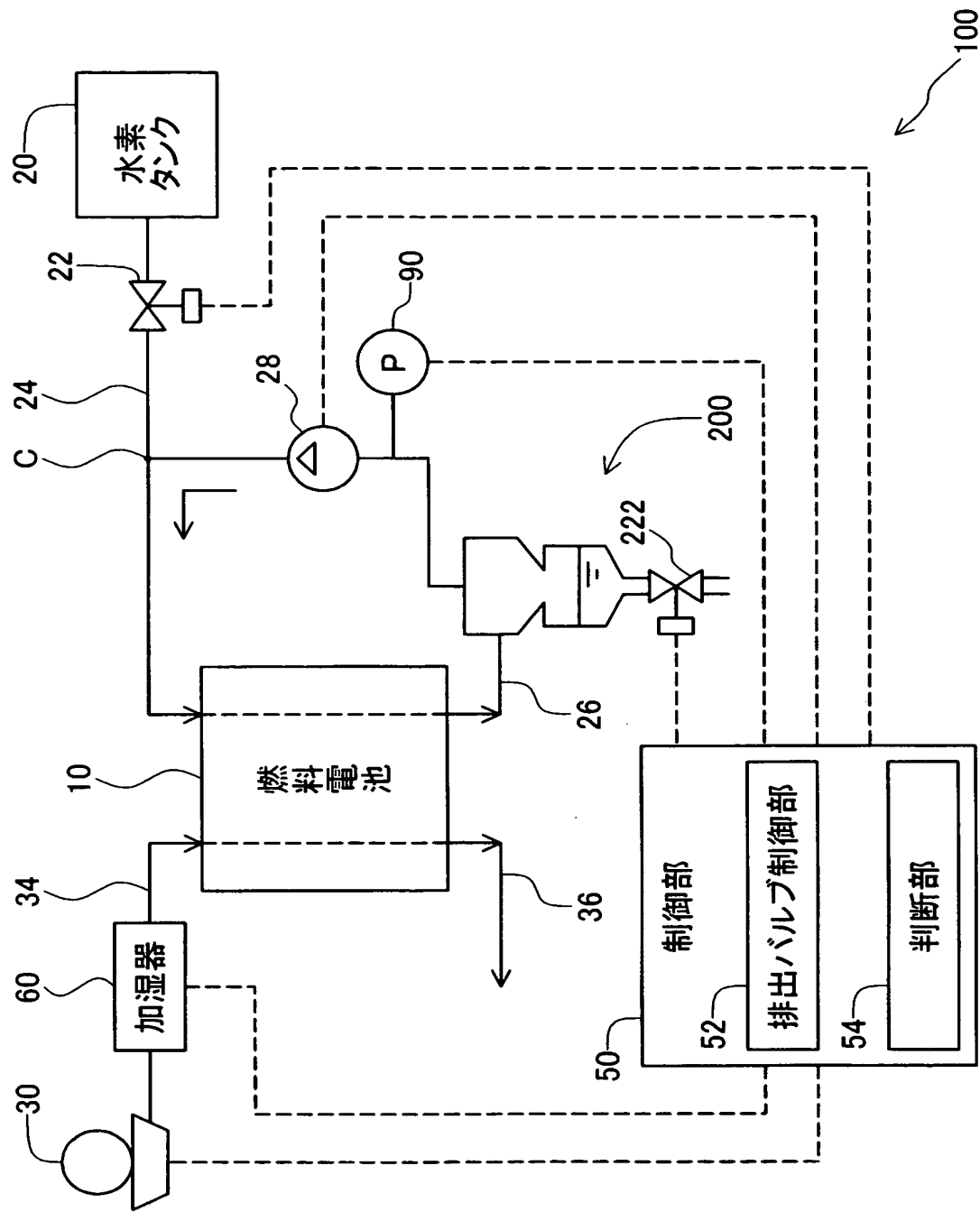
2 8…循環ポンプ

3 0…ブロワ

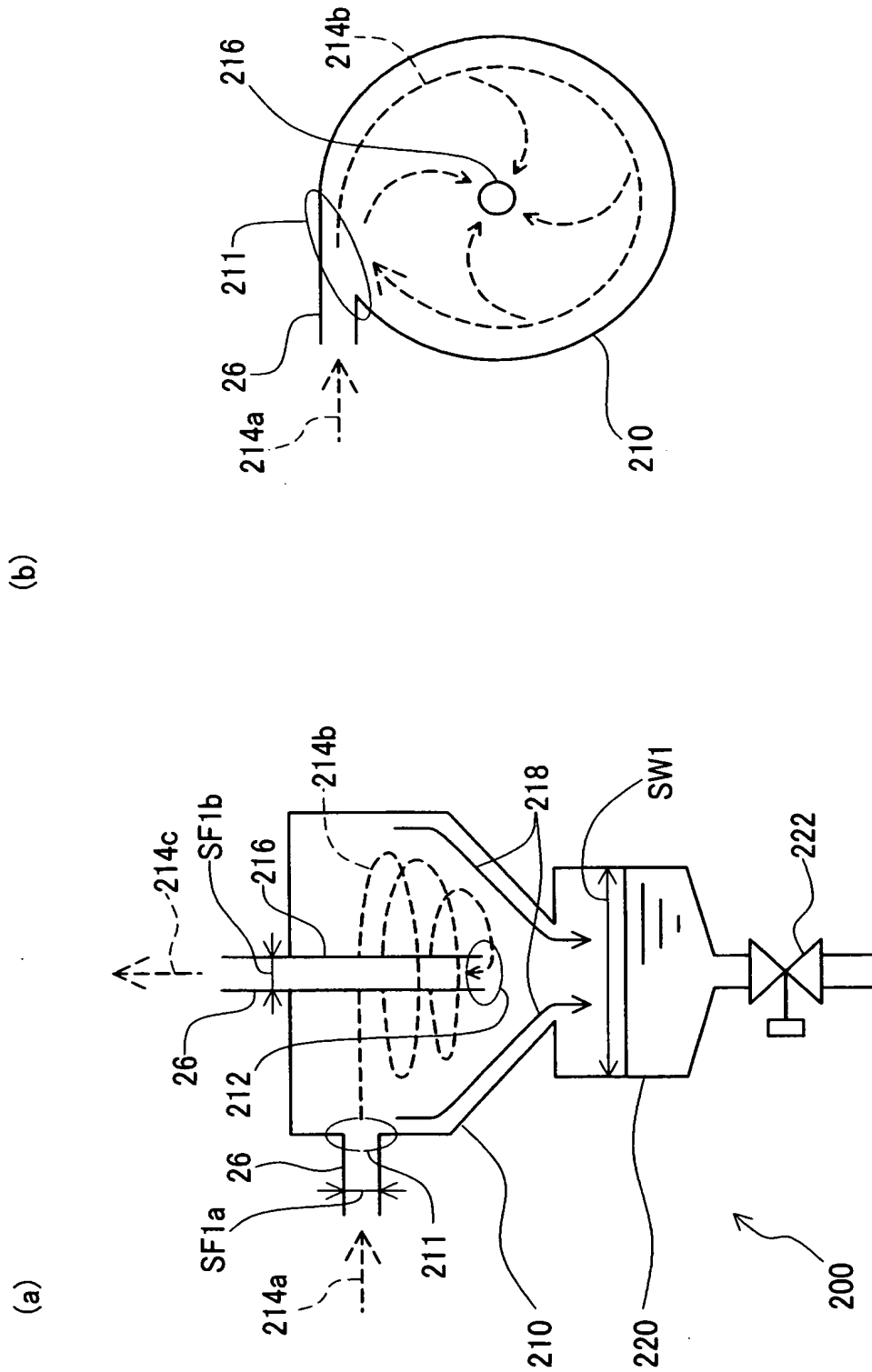
3 4 …カソードガス供給流路
3 6 …カソード排ガス流路
5 0 …制御部
5 2 …排出バルブ制御部
5 4 …判断部
6 0 …加湿器
9 0 …圧力センサ
1 0 0 …燃料電池システム
2 0 0、2 0 0 a …貯留部
2 1 0 …サイクロン部
2 1 6 …流出流路
2 2 0、2 2 0 a …液溜部
2 2 2、2 2 2 a …排出バルブ

【書類名】 図面

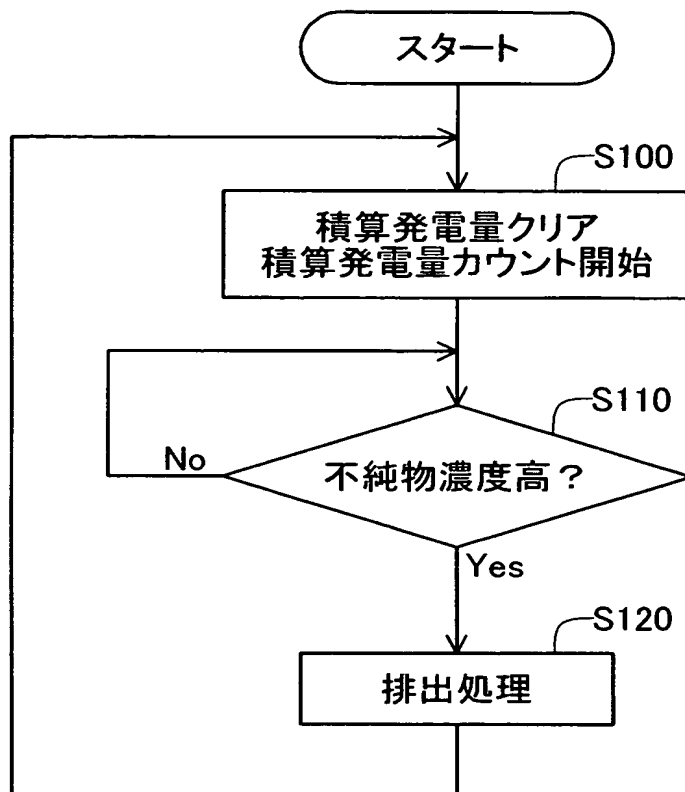
【図 1】



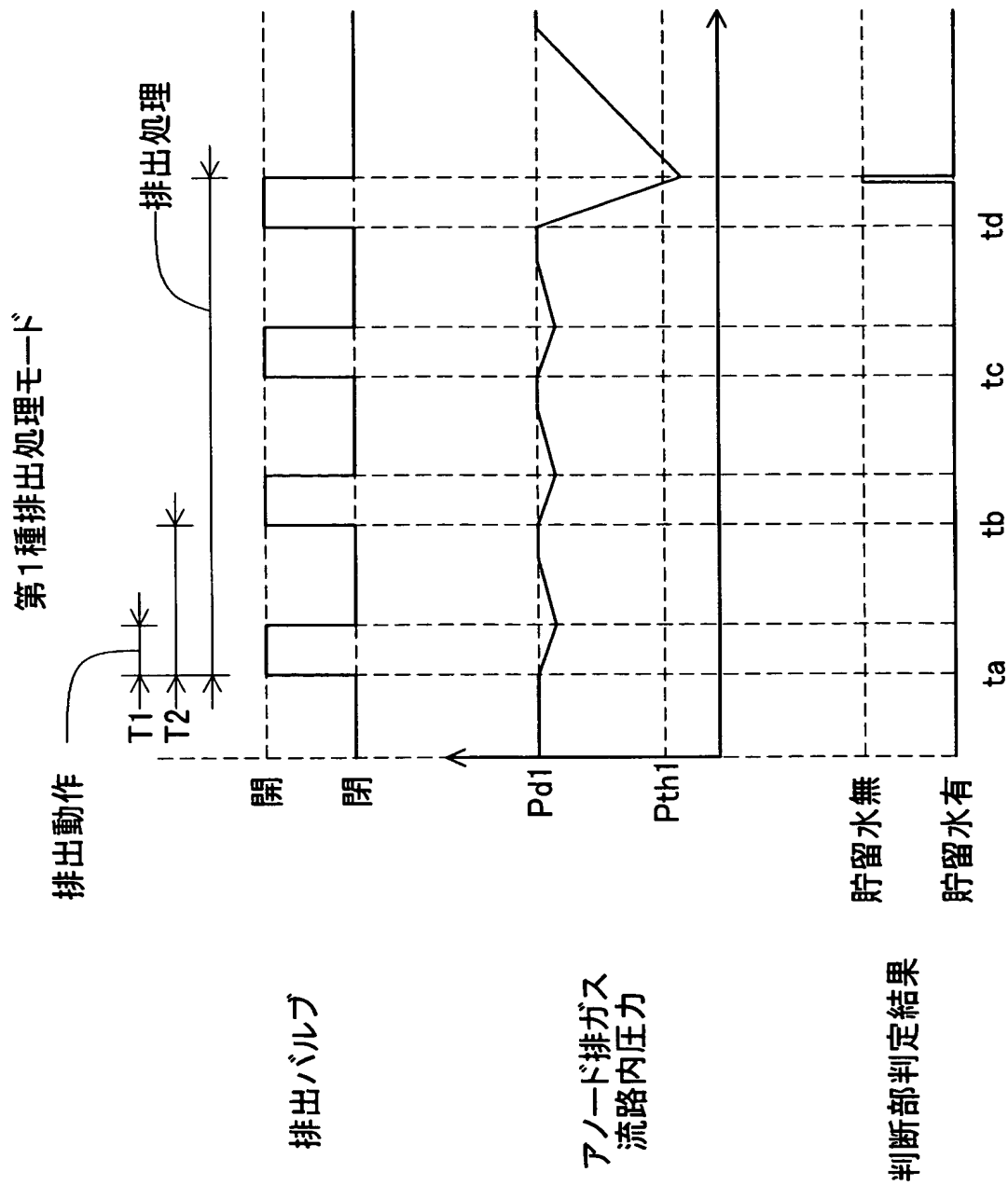
【図 2】



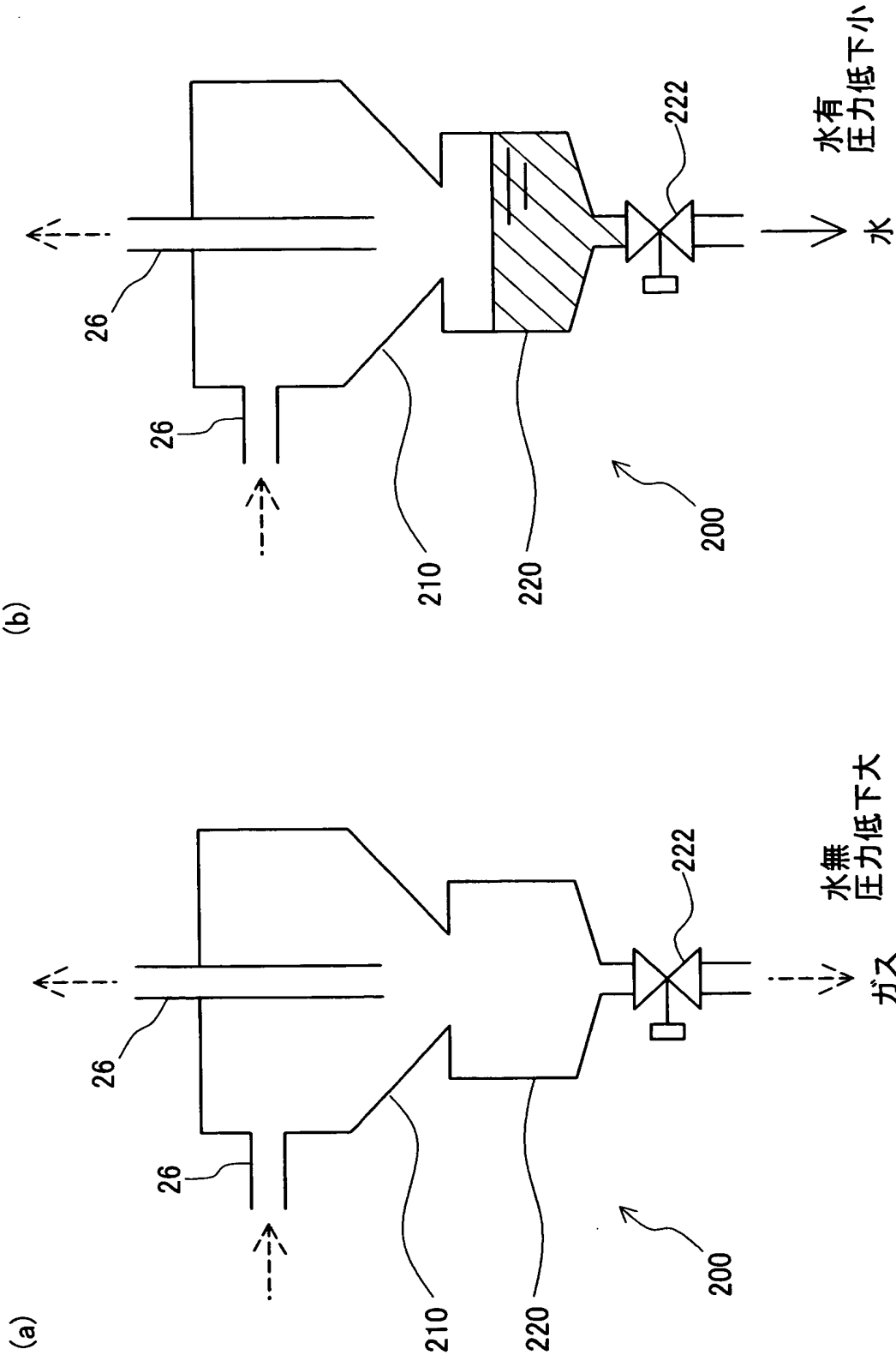
【図 3】



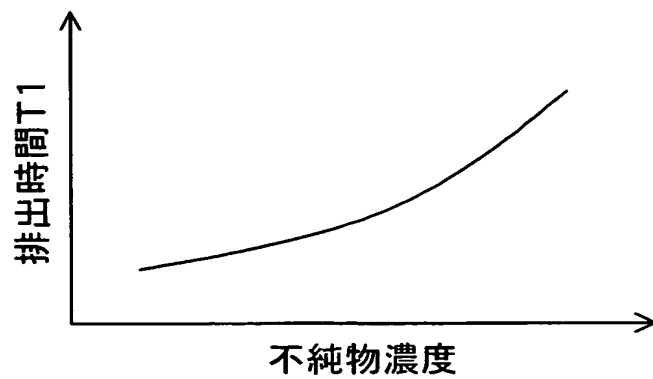
【図 4】



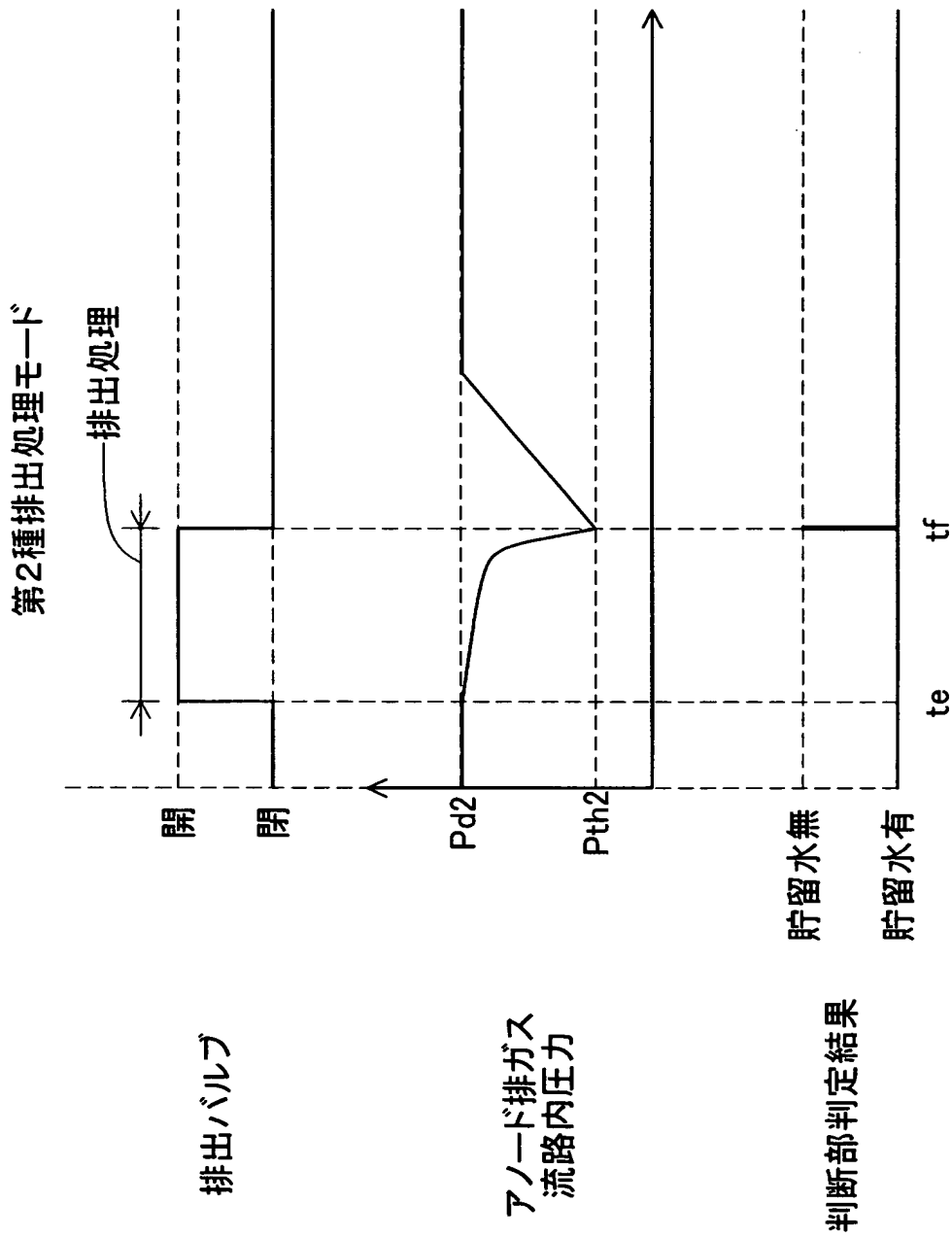
【図 5】



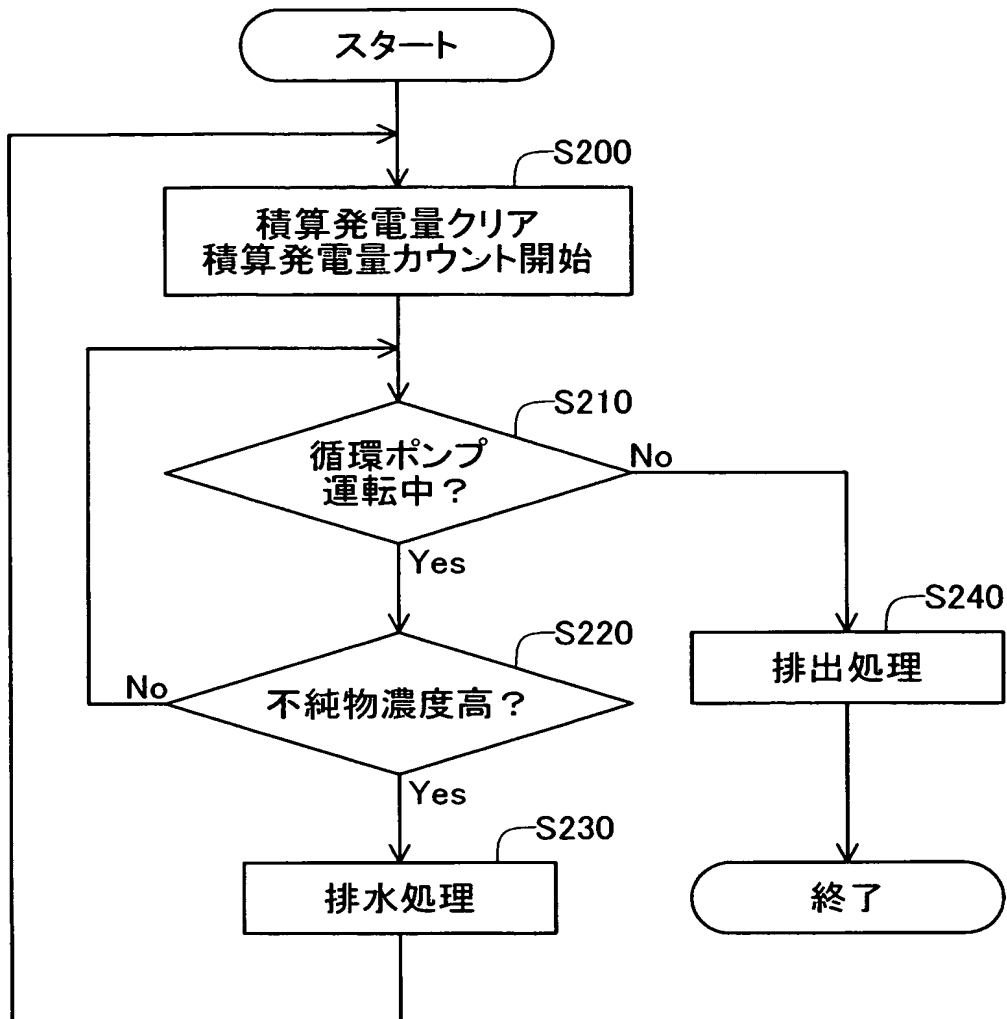
【図 6】



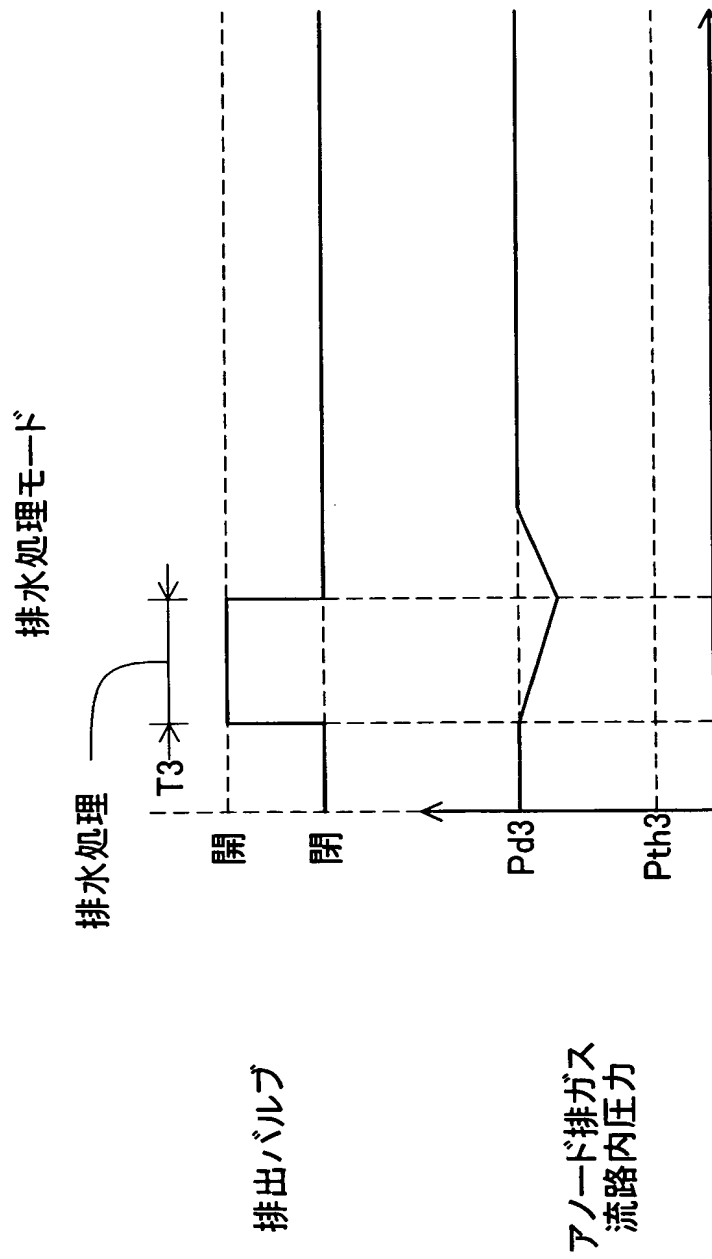
【図 7】



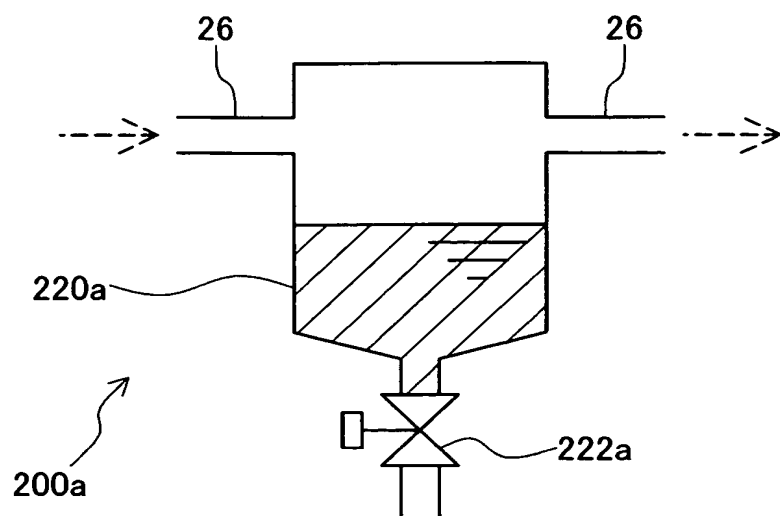
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 燃料電池のガス流路に設けられた貯留部内に水が溜まっているか否かの判定を、溜まっている水の量に係わらずに行うことができる技術を提供することを目的とする。

【解決手段】 燃料電池システムのガス流路に、排出バルブを備えた貯留部を設け、排出バルブが開状態にあるときの、ガス流路内の圧力変動に基づいて貯留部に水が溜まっているか否かの判定を行う。

【選択図】 図 5

特願 2 0 0 3 - 1 3 5 4 5 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 7 日
[変更理由]	新規登録
住 所	愛知県豊田市トヨタ町 1 番地
氏 名	トヨタ自動車株式会社